Metálicas for Dummies

(Filipe Abreu e Lucas Arruda)

ATENTAR PARA UNIDADES. CONVERTER TUDO PARA kN E cm.

Tração

1) Calcular os esforços normais solicitantes característicos (Nsk) e multiplicar por 1,4, encontrando os valores de projeto (Nsd).

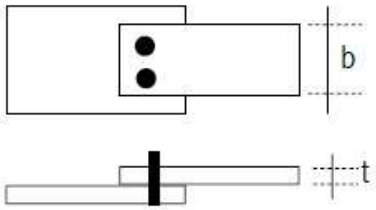
2) Traçar os diagramas de normais utilizando os valores de projeto (Nsd).

3) Verificação do ELU

3.1) Verificação do ESB (Escoamento da seção bruta)

3.1.1) $Nrd = \frac{A \times fy}{1{,}1}$; A e fy tabelados

3.1.2) Verificar se $Nrd \geq Nsd$ (sendo Nsd o valor máximo da normal de projeto)



3.2) Verificação do RSLE (Ruptura da seção líquida efetiva)

3.2.1) $Nrd = \frac{Ae \times fu}{1{,}35}$; $Ae = Ct^{i} \times An$

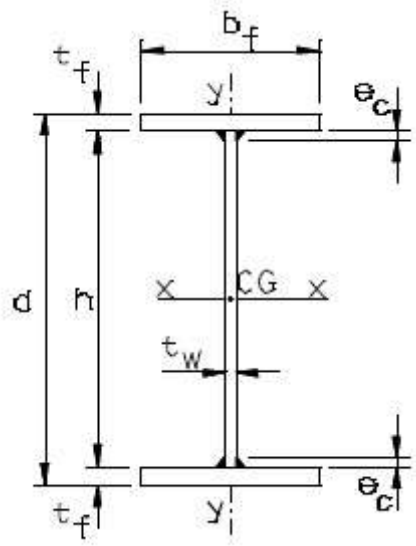
$An = b \times t$ (Ligação soldada)

$An = (b - \sum \emptyset) \times t$ = (Ligação parafusada)

Onde $\emptyset = \emptyset p + f + d$; ϕp é o diâmetro do furo do parafuso, f = 1,5 mm, d = 2 mm

OBS: se fy = 25 kN/cm^2, fu = 40 kN/cm^2

3.2.2) Verificar se $Nrd \geq Nsd$ (sendo Nsd o valor máximo da normal de projeto)



4) Verificação do ELS

4.1) Calcular $\lambda = \frac{l}{r}$; l é o comprimento não travado na direção em que se tomar r

Atentar para as duas direções possíveis segundo a imagem:

4.2) Verificar se $\lambda \leq 300$

[i] Ct é usualmente igual a 0,90. Para usar a fórmula ($Ct = 1 - \frac{ec}{lc} \leq 0{,}90$), veja página 123 da apostila.

Compressão

1) Calcular os esforços normais solicitantes característicos (Nsk) e multiplicar por 1,4, encontrando os valores de projeto (Nsd).

2) Traçar os diagramas de normais utilizando os valores de projeto (Nsd).

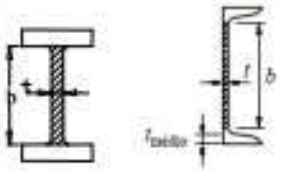
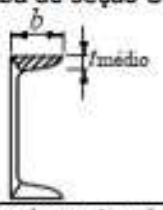
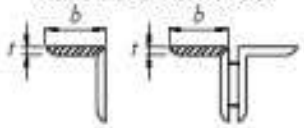
3) Verificação do ELU

3.1) Verificação das instabilidades locais (Q)

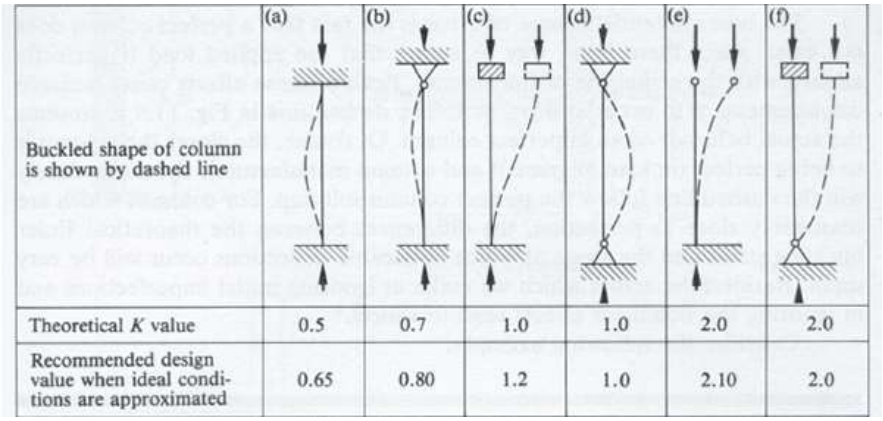
FLA: $\lambda a = \frac{h}{tw} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{MÁX}$; λa tabelado, $\left(\frac{b}{t}\right)_{MÁX}$ da primeira linha da tabela abaixo (página 53 da apostila)

FLM: $\lambda m = \frac{bf}{2 \times tf} \leq \left(\frac{b}{t}\right)_{MÁX}$; λm tabelado, $\left(\frac{b}{t}\right)_{MÁX}$ da segunda linha da tabela abaixo (página 53 da apostila)

Se ambas as verificações forem verdadeiras, $Q = 1$. Se não forem, trocar perfil. Consultar a NBR8800

	$(b/t)_{máx}$	f_y= 25 kN/cm² (ASTM A36)	f_y= 30 kN/cm²	f_y=34,5 kN/cm² (ASTM A572Gr50)
Almas de seção I ou U 	$1{,}49\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	42	38	36
Aba de seção I	perfil laminado $0{,}56\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	16	14	13,5
	perfil soldado $0{,}64\sqrt{\frac{E}{f_y/k_c}}$ $0{,}35 \leq k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} \leq 0{,}76$	para k_c = 0,35		
		11	10	9
		para $0{,}35 \leq k_c \leq 0{,}76$, usar as expressões a esquerda		
		para k_c = 0,76		
		16	14	13,4
Aba de seção U 	perfil laminado $0{,}56\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	16	14	13,5
Abas de cantoneiras 	perfil laminado $0{,}45\sqrt{\frac{E}{f_y}}$	13	12	11

3.2) Calcular $\lambda x = \frac{lx}{rx}$ e $\lambda y = \frac{ly}{ry}$; li é o comprimento de flambagem na direção i, rx e ry tabelados



Buckled shape of column is shown by dashed line	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Theoretical *K* value	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Recommended design value when ideal conditions are approximated	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0

3.3) Escolher λ como o maior entre λx e λy (caso crítico em que haverá menor χ)

3.4) Calcular $\lambda\pi = \sqrt{\frac{\pi^2 \times E}{fy}}$

3.5) Calcular $\lambda o = \frac{\lambda}{\lambda\pi}$

3.6) Calcular χ:

Se $\lambda o \leq 1{,}5$: $\chi = 0{,}658^{\lambda o^2}$

Se $\lambda o > 1{,}5$: $\chi = \frac{0{,}877}{\lambda o^2}$

3.7) Calcular $Nrd = Q \times \chi \times \frac{A \times fy}{1{,}1}$; A tabelado

3.8) Verificar se $Nrd \geq Nsd$ (sendo Nsd o valor máximo da normal de projeto)

4) Verificação do ELS

4.1) Verificar se $\lambda \leq 200$; λ calculado acima

CASO NÃO SEJA DADO O PERFIL

D) Dimensionamento de perfil

D.1) Adotar $\chi = 0{,}5$ e $Q = 1{,}0$

D.2) Impor $Nrd = Nsd$

D.3) Da equação $Nrd = Q \times \chi \times \frac{A \times fy}{1{,}1}$, calcular A

D.4) Impor $\lambda = 200$

D.5) Da equação $\lambda = \frac{lfl}{r}$, calcular r

D.6) Escolher perfil que possua área maior ou igual a A e ambos rx e ry maiores ou iguais a r

D.7) Realizar as verificações de 1 a 4 acima

Flexão Simples

1) Calcular os esforços solicitantes característicos (Msk, Vsk) e multiplicar por 1,4, encontrando os valores de projeto (Msd,Vsd).

2) Traçar os diagramas de momento fletor e cortante utilizando os valores de projeto (Msd e Vsd).

3) Verificação do ELU

3.1) Verificação da cortante

3.1.1) Calcular $\lambda p = 1{,}1 \times \sqrt{\frac{kv \times E}{fy}}$ [ii] e $\lambda r = 1{,}37 \times \sqrt{\frac{kv \times E}{fy}}$; Da tabela $\lambda a = \frac{h}{tw}$, $Aw = h \times tw$

3.1.2) Verificar esbeltez da alma

Se $\lambda a \leq \lambda p$: $Vrd = \frac{0{,}6 \times fy \times Aw}{1{,}1}$

Se $\lambda p < \lambda a \leq \lambda r$: $Vrd = \frac{\lambda p \times (0{,}6 \times fy \times Aw)}{\lambda a \times 1{,}1}$

Se $\lambda a > \lambda r$: $Vrd = 1{,}24 \times \left(\frac{\lambda p}{\lambda a}\right)^2 \times (0{,}6 \times fy \times Aw)$ [NÃO DIVIDE POR 1,1 MESMO]

3.1.3) Verificar se $Vrd \geq Vsd$ (sendo Vsd o valor máximo da cortante de projeto)

3.2) Verificação do momento fletor

3.2.1) Verificação do FLA (Flambagem local de alma)

3.2.1.1) Calcular $\lambda p = 3{,}76 \times \sqrt{\frac{E}{fy}}$ e $\lambda r = 5{,}70 \times \sqrt{\frac{E}{fy}}$; Da tabela $\lambda a = \frac{h}{tw}$

3.2.1.2) Verificar regime

Se $\lambda a \leq \lambda p$ $(plástico)$: $Mrd = \frac{Zx \times fy}{1{,}1}$; Zx e fy tabelados

Se $\lambda a \leq \lambda p$, tomar FLA como OK e seguir para o item 3.2.2

Se $\lambda p < \lambda a \leq \lambda r$ $(transitório)$: $Mrd = \frac{\left(Zx \times fy - (Zx \times fy - Wx \times fy)\frac{\lambda a - \lambda p}{\lambda r - \lambda p}\right)}{1{,}1}$; Wx tabelado

Se $\lambda a > \lambda r$ $(elástico)$: $Mrd = Mcrítico$ (Cálculo não abordado no curso)

[ii] Kv = 5 se não houver enrijecedores transversais. Kv = 5 + 5/(a/h)^2; a = espaçamento entre enrijecedores, h = distância entre mesas.

3.2.2) Verificação do FLM (Flambagem local de mesa)

3.2.2.1) Calcular $\lambda p = 0{,}38 \times \sqrt{\frac{E}{fy}}$

$\lambda r = 0{,}95 \times \sqrt{\frac{E \times kc}{0{,}7 \times fy}}$ (Perfis soldados); $\lambda r = 0{,}83 \times \sqrt{\frac{E}{0{,}7 \times fy}}$ (Perfis laminados)

OBS: $0{,}35 \leq kc = \frac{4}{\sqrt{\lambda a}} \leq 0{,}76$

Da tabela $\lambda m = \frac{bf}{2 \times tf}$; $\lambda a = \frac{h}{tw}$; Wx tabelado

3.2.2.2) Verificar regime

Se $\lambda m \leq \lambda p$ $(plástico)$: $Mrd = \frac{Zx \times fy}{1{,}1}$; Zx e fy tabelados

Se $\lambda a \leq \lambda p$, tomar FLM como OK e seguir para o item 3.2.3

Se $\lambda p < \lambda m \leq \lambda r$ $(transitório)$: $Mrd = \frac{\left(Zx \times fy - (Zx \times fy - 0{,}7 \times Wx \times fy)\frac{\lambda m - \lambda p}{\lambda r - \lambda p}\right)}{1{,}1}$

Se $\lambda m > \lambda r$ $(elástico)$: $Mrd = \frac{kc \times \frac{0{,}90 \times E}{\lambda m^2} \times Wx}{1{,}1}$ (Perfis soldados)

$Mrd = \frac{kc \times \frac{0{,}69 \times E}{\lambda m^2} \times Wx}{1{,}1}$ (Perfis laminados)

3.2.3) Verificação do FLT (Flambagem lateral com torção)

3.2.3.1) Calcular $\lambda p = 1{,}75 \times \sqrt{\frac{E}{fy}}$; $\underline{\lambda r = TABELA\ DE\ PERFIS}$

Calcular $\lambda y = \frac{lb}{ry}$; lb é o comprimento de flambagem lateral, ry tabelado

3.2.3.2) Verificar regime

Se $\lambda y \leq \lambda p$ $(plástico)$: $Mrd = \frac{Zx \times fy}{1{,}1}$; Zx e fy tabelados

Se $\lambda p < \lambda y \leq \lambda r$ $(transitório)$: $Mrd = Cb$[iii] $\times \frac{\left(Zx \times fy - (Zx \times fy - 0{,}7 \times Wx \times fy)\frac{\lambda y - \lambda p}{\lambda r - \lambda p}\right)}{1{,}1}$

Se $\lambda y > \lambda r$ $(elástico)$: $Mrd = \frac{Cb \times \sqrt{(Mcr1)^2 + (Mcr2)^2}}{1{,}1}$

OBS: $Mcr1 = \frac{0{,}65 \times E \times Wx}{lb \times {d}/{Af}}$; d é tabelado, $Af = tf \times bf$

OBS: $Mcr2 = \frac{\pi^2 \times E \times Wx}{\left({lb}/{rt}\right)^2}$; $rt = \sqrt{\frac{{Iy}/{2}}{Af + {Aw}/{6}}}$, Iy tabelado, $Aw = tw \times h$

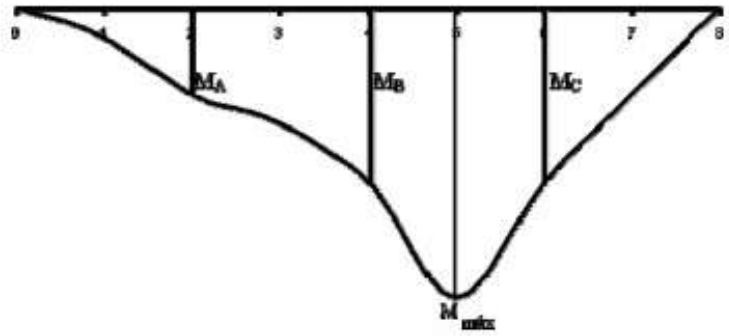
[iii] OBS: Cb está tabelado para alguns casos no **ANEXO A** (retirado da página 69 da apostila).

Para um caso geral:

$$Cb = \frac{12{,}5 \times |Mmáx|}{2{,}5 \times |Mmáx| + 3 \times |Ma| + 4 \times |Mb| + 3 \times |Mc|} \times Rm$$

Onde:

$M_{máx}$ é o valor do momento fletor máximo solicitante de cálculo, em módulo, no comprimento destravado;
M_A é o valor do momento fletor solicitante de cálculo, em módulo, na seção situada a um quarto do comprimento destravado, medido a partir da extremidade da esquerda;
M_B é o valor do momento fletor solicitante de cálculo, em módulo, na seção central do comprimento destravado;
M_C é o valor do momento fletor solicitante de cálculo, em módulo, na seção situada a três quartos do comprimento destravado, medido a partir da extremidade da esquerda;
R_m é um parâmetro de monossimetria da seção transversal, igual a 1,00 para seções em I bissimétricas



3.2.4) Mrd considerado é o mínimo entre os três calculados nas verificações (FLA, FLM, FLT)

3.2.5) Verificar se $Mrd \geq Msd$ (sendo Msd o valor máximo do momento fletor de projeto)

4) Verificação do ELS

4.1) Cálculo de flecha (deslocamento máximo), segundo **ANEXO B**, em que I=Ix.

4.2) Verificação da flecha limite, segundo **ANEXO C** (retirado da página 75 da apostila).

4.3) Verificar se $flecha \leq flecha\ limite$

Flexo-compressão (oblíqua ou não)

1) Determinação dos esforços resistentes e solicitantes

1.1) Calcular Nsd conforme item 1) da parte de **Compressão** (multiplicando Nsk por 1,4)

1.2) Calcular Nrd conforme item 3.7) da parte de **Compressão** (fazer todo o dimensionamento)

1.3) Calcular Msdx conforme item 1) da parte de **Flexão Simples** (multiplicando Mskx por 1,4)

1.4) Calcular Mrdx conforme item 3.2.4 da parte de **Flexão Simples** (fazer todo o dimensionamento)

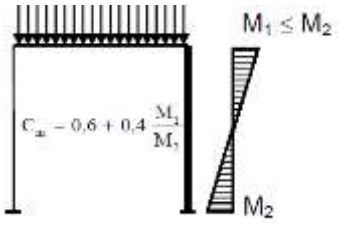
Caso em que há flexão oblíqua

1.5) Se houver flexão na direção y (menor inércia), calcular Msdy multiplicando Msky por 1,4)

1.6) Se houver flexão na direção y (menor inércia), calcular $Mrdy = Zy \times fy$

2) Determinação do coeficiente Cm

2.1) Se houver flexão apenas na direção X, do diagrama de momentos, obter M1 e M2 (segundo a imagem). Neste caso, $Cm = 0{,}6 + 0{,}4 \times {}^{M1}/_{M2}$



2.2) Se houver flexão na direção y (menor inércia), $Cm = 1$

3) Cálculo de B1

3.1) Calcular $Ncrtx = \frac{\pi^2 \times E \times Ix}{l_{fl}x^2}$; E e Ix tabelados, $l_{fl}x$ é o comprimento de flambagem na direção de maior inércia.

3.2) Calcular cor$B1x = \frac{Cm}{1-{}^{Nsd}/_{Ncrtx}}$

3.3) Se houver flexão na direção y (menor inércia), calcular $Ncrty = \frac{\pi^2 \times E \times Iy}{l_{fl}y^2}$; E e Iy tabelados, $l_{fl}y$ é o comprimento de flambagem na direção de menor inércia.

3.4) Se houver flexão na direção y (menor inércia), calcular $B1y = \frac{Cm}{1-{}^{Nsd}/_{Ncrty}}$

4) Cálculo de B2

4.1) Calcula-se um coeficiente B2 para cada andar do pórtico. Calcular $B2 = \frac{1}{1-\frac{\Delta 1h}{h} \times \frac{\sum Nsd}{Rm \times \sum Hsd}}$; em que ΣNsd é o somatório das forças axiais no andar considerado; Rm vale 0,85 para pórticos isolados e 1 para todos os outros casos; Δ1h é o deslocamento horizontal relativo entre andares (calculado por análise de primeira ordem), ΣHsd é a força horizontal que produziu Δ1h; h é a altura do andar considerado.

5) Cálculo de Nsd^{ANL}, $Msdx^{ANL}$ e $Msdy^{ANL}$

5.1) **Caso 1**: $B2 \leq 1{,}1$ (pequena deslocabilidade):

Caso 1a: Se $Nsd \leq {}^{A \times fy}/_{2}$:

$Nsd^{ANL} = Nsd$

$Msdx^{ANL} = B1x \times Msdx$

Se houver flexão na direção y (menor inércia): $Msdy^{ANL} = B1y \times Msdy$

Caso 1b: Se $Nsd > {}^{A \times fy}/_{2}$: *calcular conforme item 5.2*

Caso 2: $1{,}1 < B2 \leq 1{,}4$ (média deslocabilidade): *calcular conforme item 5.2*

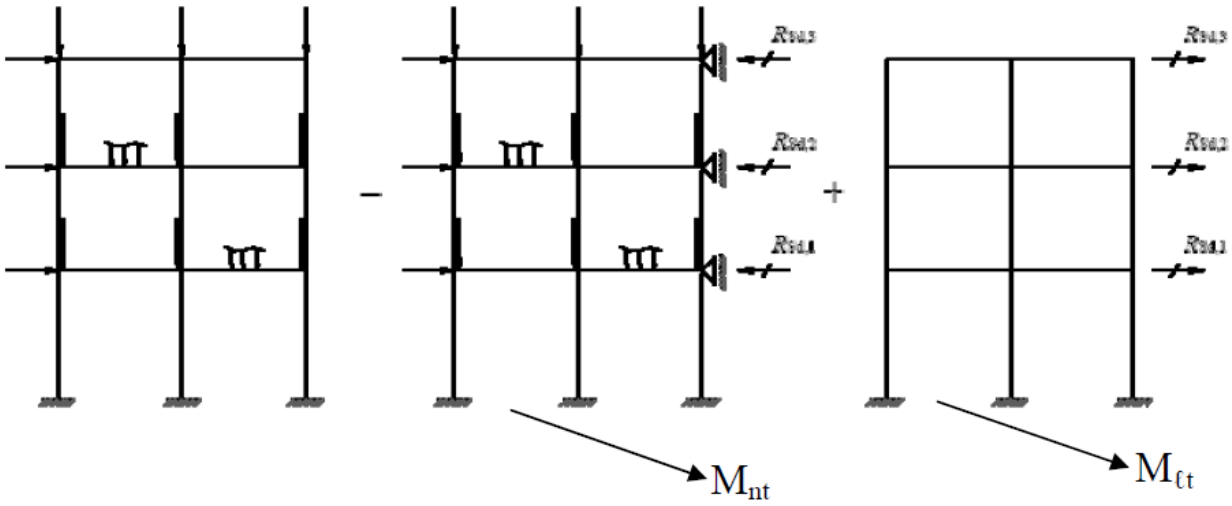
Caso 3: $B2 > 1{,}4$ (grande deslocabilidade): *calcular conforme item 5.2*

5.2) $Nsd^{ANL} = B1 \times Nnt + B2 \times Nlt$

$Msdx^{ANL} = B1x \times Mntx + B2 \times Mltx$

Se houver flexão na direção y (menor inércia): $Msdy^{ANL} = B1y \times Mnty + B2 \times Mlty$

Em que Nnt e Mnt são esforços solicitantes obtidos pela análise da estrutura travada lateralmente e Nlt e Mlt são esforços solicitantes correspondentes apenas ao efeito das reações das contenções fictícias



6) Equação de iteração

Caso 1: Se ${}^{Nsd^{ANL}}/_{Nrd} < 0{,}2$:

Verificar se $\frac{Nsd^{ANL}}{2 \times Nrd} + \frac{Msdx^{ANL}}{Mrdx} + \frac{Msdy^{ANL}}{Mrdy} \leq 1$

Caso 2: Se ${}^{Nsd^{ANL}}/_{Nrd} \geq 0{,}2$:

Verificar se $\frac{Nsd^{ANL}}{Nrd} + \frac{8}{9} \times \left(\frac{Msdx^{ANL}}{Mrdx} + \frac{Msdy^{ANL}}{Mrdy}\right) \leq 1$

Não se verificando a equação, altera-se o perfil e refaz-se absolutamente tudo, desde o item 1!

Conexões

1) Ligação de viga a pilar

1.1) Se não for dada, determinar o sentido do pilar (deixar maior inércia para pórtico deslocável)

1.2) Em função disso, determinar se a viga será conectada à alma ou à mesa do pilar

1.3) Determinar, em função da proposicação de travamentos, se a ligação é rígida ou articulada

1.4) Desenhar um dos casos a seguir em função dos itens 1 a 3:

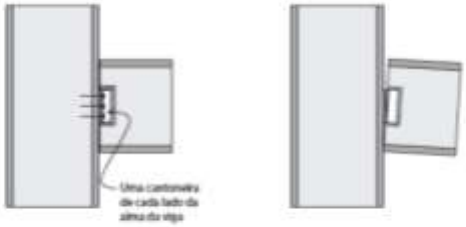


Figura 5.7 - Ligação flexível com cantoneiras de alma, na direção de maior inércia.

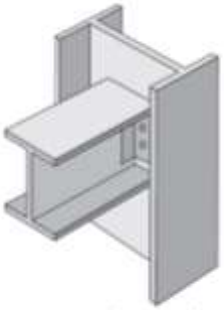


Figura 5.8 - Ligação flexível com cantoneiras de alma na direção de menor inércia.

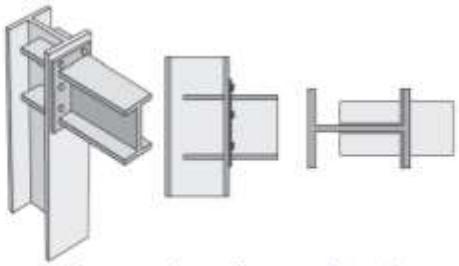


Figura 5.14 - Ligação rígida entre viga e pilar com chapa de extremidade na direção de maior inércia.

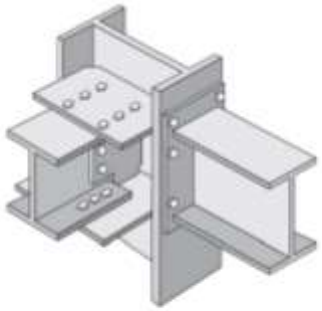


Figura 5.16 - Ligação rígida entre viga e pilar com chapas de mesa e alma na direção de menor inércia.

2) Ligação de travamento (através de chapa auxiliar). OBS: incidência do eixo do travamento deve estar no nó teórico da ligação, para que a estrutura trabalhe como uma treliça!

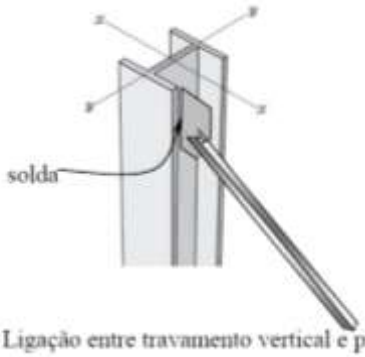


Figura 5.18 - Ligação entre travamento vertical e pilar

3) Ligação de pilar à fundação

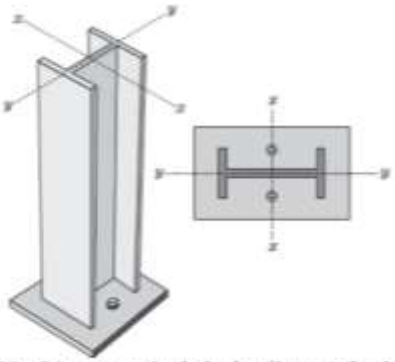


Figura 5.20 - Ligação articulada de pilares à fundação.

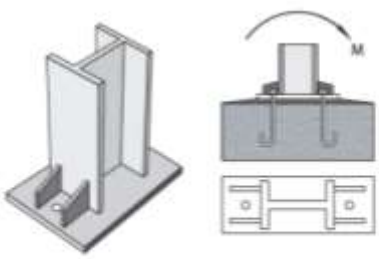
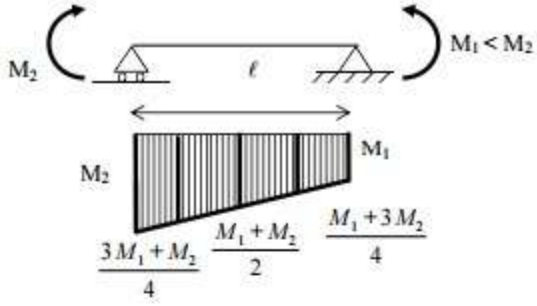
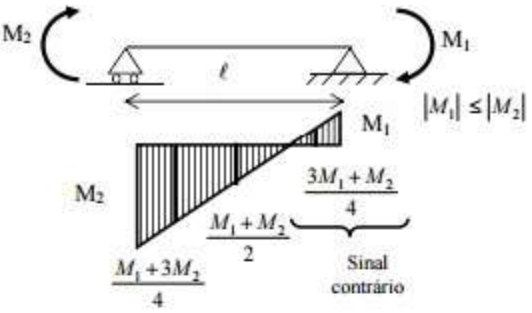


Figura 5.21 - Ligação engastada de pilares à fundação.

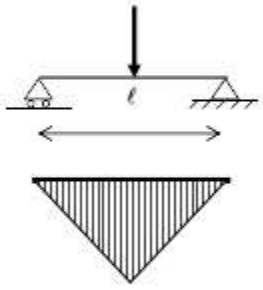
ANEXO A



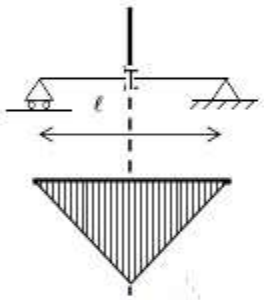
$$C_b = \frac{12{,}5}{7{,}5 + 5\left(M_1 / M_2\right)}$$



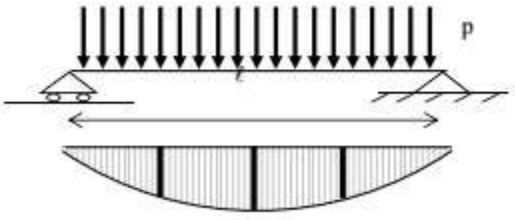
$$C_b = \frac{12{,}5}{2{,}5 + \dfrac{17 + 11\,M_1/M_2 + 3\left|3\,M_1/M_2 + 1\right|}{4}}$$



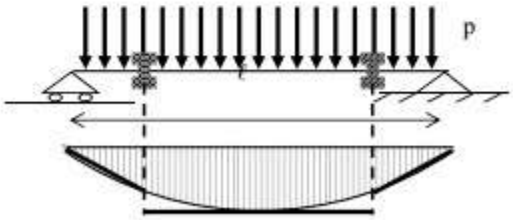
$C_b = 1{,}32$



$C_b = 1{,}67$

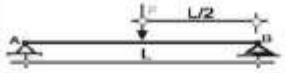
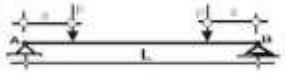
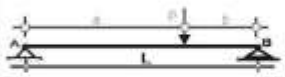
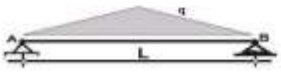
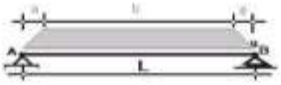


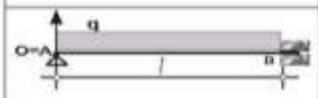
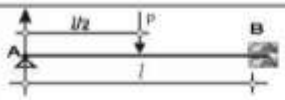
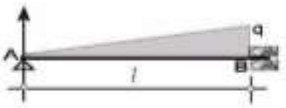
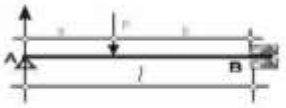
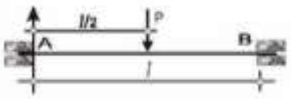
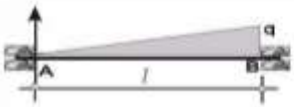
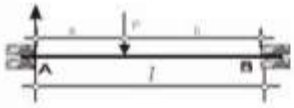
$C_b = 1{,}14$



prática usual sempre que o diagrama de momentos for aproximadamente linear no trecho entre travamentos

ANEXO B

TIPO DE VIGA Y CARGA ACTUANTE	REACCIONES DE VÍNCULO	M_0 max en x_0	FLECHA MÁX. en x_1
	$R_A = R_B = q\frac{L}{2}$	$\frac{q L^2}{8}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{5}{384} q \frac{L^4}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = \frac{P}{2}$	$\frac{P L}{4}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{1}{48} \frac{PL^3}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = P$	$P \cdot a$ x_0 = de a hasta L - 2a	$f_{max} = \frac{Pa(3L^2 - 4a^2)}{24\,EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = \frac{1}{6} q L$ $R_B = \frac{1}{3} q L$	$q \frac{qL^2}{2}$ $x_0 = 0{,}577\ L$	$f_{max} = \frac{0{,}00652\ qL^4}{EI}$ $x_1 = 0{,}519\ L$
	$R_A = \frac{P b}{L}$ $R_B = \frac{P a}{L}$	$P \frac{ab}{L}$ $x_0 = a$	
	$R_A = P$	$P \cdot L$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{3} \frac{P L^3}{EI}$ $x_1 = L$
	$R_A = qL$	$\frac{q L^2}{2}$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{8} \frac{q L^4}{EI}$ $x_1 = L$
	$R_A = \frac{qL}{2}$	$\frac{q L^2}{6}$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{30} \frac{q L^4}{E I}$ $x_1 = L$
	$R_A = R_B = \frac{qL}{4}$	$\frac{q L^2}{12}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{1}{60} \frac{P L^3}{E I}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = q\frac{(L-a)}{2}$	$\frac{q L^2}{24} (3 - 4\alpha^2)$ $x_0 = \frac{L}{2}$ $\alpha = \frac{a}{L}$	

Tipo de viga y carga actuante	Reacciones de vínculo	Momento flector en x_0 y en empotramientos	Flecha en absisa x_1
	$R_A = 3/8\ ql$ $R_B = 5/8\ ql$	$M_{max} = \frac{9}{128} ql^2$ $x_0 = 3/8\,l$ $M_B = -ql^2/8$	$f_{max} = \frac{ql^4}{185\,EJ}$ $x_1 = 0{,}4215\,l$
	$R_A = \frac{5}{16}P$ $R_B = \frac{11}{16}P$	$M_{max} = \frac{5}{32} Pl$ $x_0 = 0{,}5\,l$ $M_B = -\frac{3}{16} Pl$	$f_{max} = \frac{7Pl^3}{751\,EJ}$ $x_1 = 0{,}447\,l$
	$R_A = \frac{ql}{10}$ $R_B = \frac{ql}{2{,}5}$	$M_{max} = \frac{ql^2}{33{,}6}$ $x_0 = 0{,}447\,l$ $M_B = -\frac{ql^2}{15}$	$f_{max} = \frac{ql^4}{419\,EJ}$ $x_1 = 0{,}447\,l$
	$R_A = \frac{P}{2l}(2l - 3a + \frac{a^3}{l^2})$ $R_B = \frac{P}{2l}(3a + \frac{a^3}{l^2})$	$M_{max} = R_A a$ $x_0 = a$ $M_B = -\frac{Pa(l^2 - a^2)}{2l^2}$	
	$R_A = R_B = \frac{ql}{2}$	$M_{max} = \frac{ql^2}{24}$ $x_0 = 0{,}5\,l$ $M_A = M_B = -\frac{ql^2}{12}$	$f_{max} = \frac{ql^4}{384\,EJ}$ $x_1 = 0{,}5\,l$
	$R_A = R_B = P/2$	$M_{max} = \frac{Pl}{8}$ $x_0 = 0{,}5\,l$ $M_A = M_B = -\frac{Pl}{8}$	$f_{max} = \frac{Pl^3}{192\,EJ}$ $x_1 = 0{,}5\,l$
	$R_A = 0{,}15ql$ $R_B = 0{,}35ql$	$M_{max} = 0{,}0215\ ql^2$ $x_0 = 0{,}558\,l$ $M_A = -\frac{ql}{30}$; $M_B = -\frac{ql}{20}$	$f_{max} = \frac{ql^4}{764\,EJ}$ $x_1 = 0{,}515\,l$
	$R_A = \frac{Pb}{l^3}(l^2 - a^2 + ab)$ $R_B = \frac{Pa}{l^3}(l^2 - b^2 + ab)$	$M_{max} = \frac{2Pa^2b^2}{l^3}$ $x_0 = a$	$M_A = -\frac{Pab^2}{l^2}$ $M_B = -\frac{Pa^2b}{l^2}$

ANEXO C

Descrição	δ [a]
Travessas de fechamento	$L/180$ [b]
	$L/120$ [c d]
Terças de cobertura [g]	$L/180$ [e]
	$L/120$ [f]
Vigas de cobertura [g]	$L/250$ [h]
Vigas de piso	$L/350$ [h]
Vigas que suportam pilares	$L/500$ [h)]
Vigas de rolamento: [i)] - Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal inferior a 200 kN - Deslocamento vertical para pontes rolantes com capacidade nominal igual ou superiora 200 kN, exceto pontes siderúrgicas - Deslocamento vertical para pontes rolantes siderúrgicas com capacidade nominal igual ou superior a 200 kN - Deslocamento horizontal, exceto para pontes rolantes siderúrgicas - Deslocamento horizontal para pontes rolantes siderúrgicas	$L/600$ [j)] $L/800$ [j)] $L/1000$ [j)] $L/400$ $L/600$
Galpões em geral e edifícios de um pavimento: Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base Deslocamento horizontal do nível da viga de rolamento em relação à base	 $H/300$ $H/400$ [k,l]
Edifícios de dois ou mais pavimentos: Deslocamento horizontal do topo dos pilares em relação à base Deslocamento horizontal relativo entre dois pisos consecutivos	 $H/400$ $H/500$ [m]

L é o vão teórico entre apoios ou o dobro do comprimento teórico do balanço, H é a altura total do pilar (distância do topo à base) ou a distância do nível da viga de rolamento à base, h é a altura do andar (distância entre centros das vigas de dois pisos consecutivos ou entre centros das vigas e a base no caso do primeiro andar).

Deslocamento paralelo ao plano do fechamento (entre linhas de tirantes, caso estes existam).

Deslocamento perpendicular ao plano do fechamento.

Considerar apenas as ações variáveis perpendiculares ao plano de fechamento (vento no fechamento) com seu valor característico.

Considerar combinações raras de serviço, utilizando-se as ações variáveis de mesmo sentido que o da ação permanente.

Considerar apenas as ações variáveis de sentido oposto ao da ação permanente (vento de sucção) com seu valor característico.

Deve-se também evitar a ocorrência de empoçamento, com atenção especial aos telhados de pequena declividade.

Caso haja paredes de alvenaria sobre ou sob uma viga, solidarizadas com essa viga, o deslocamento vertical também não deve exceder a 15 mm.

Considerar combinações raras de serviço

Valor não majorado pelo coeficiente de impacto

No caso de pontes rolantes siderúrgicas, o deslocamento também não poderá ser superior a 50 mm

O diferencial do deslocamento horizontal entre pilares do pórtico que suportam as vigas de rolamento não pode superar 15 mm.

Tomar apenas o deslocamento provocado pelas forças cortantes no andar considerado, desprezando-se os deslocamentos de corpo rígido provocados pelas deformações axiais dos pilares e vigas.